震度階と加速度

ガル（Gal）は地震の揺れの強さを表す加速度の単位です。
自由落下する物体の加速度は980ガルで、980ガルは重力の加速度で 1Gと表わします。

人の体感・行動、屋内の状況、屋外の状況

震度階級	加速度（Gal）	人の体感・行動	屋内の状況	屋外の状況
0	0.8	人は揺れを感じないが、地震計には記録される。	–	–
1	0.8~2.5	屋内で静かにしている人の中には、揺れをわずかに感じる人がいる。	–	–
2	2.5~8.0	屋内で静かにしている人の大半が、揺れを感じる。眠っている人の中には、目を覚ます人もいる。	電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。	–
3	8.0~25	屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。歩いている人の中には、揺れを感じる人もいる。眠っている人の大半が、目を覚ます。	棚にある食器類が音を立てることがある。	電線が少し揺れる。
4	25~80	ほとんどの人が驚く。歩いている人のほとんどが、揺れを感じる。眠っている人のほとんどが、目を覚ます。	電灯などのつり下げ物は大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。座りの悪い置物が、倒れることがある。	電線が大きく揺れる。自動車を運転していて、揺れに気付く人がいる。
5弱	80~250	大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる。	電灯などのつり下げ物は激しく揺れ、棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。座りの悪い置物の大半が倒れる。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。	まれに窓ガラスが割れて落ちることがある。電柱が揺れるのがわかる。道路に被害が生じることがある。
5強		大半の人が、物につかまらないと歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。	棚にある食器類や書棚の本で、落ちるものが多くなる。テレビが台から落ちることがある。固定していない家具が倒れることがある。	窓ガラスが割れて落ちることがある。補強されていないブロック塀が崩れることがある。据付けが不十分な自動販売機が倒れることがある。自動車の運転が困難となり、停止する車もある。
6弱	250~400	立っていることが困難になる。	固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。
6強		立っていることができず、はわないと動くことができない。揺れにほんろうされ、動くこともできず、飛ばされることもある。	固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する建物が多くなる。補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる。
7	400~900		固定していない家具のほとんどが移動したり倒れたりし、飛ぶこともある。	壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する建物がさらに多くなる。補強されているブロック塀も破損するものもある。

製品の仕様および外観を予告なく変更する場合がありますのでご了承ください。

⚠ 免震装置のご使用にあたり

- 免震装置は地震発生時に積載物転倒の危険を軽減するものであり、転倒防止を保証するものではありません。
- 免震装置は横揺れを抑制する機構を備えていますが、許容変位量を超える横揺れや、縦揺れには対応できません。
- 免震装置は安定した水平かつ平滑な場所に設置してください。やむなく設置場所が傾斜している場合や、凹凸がある場所はレベルを調整してください。
- 免震装置の作動範囲内に物を置いたり、人が立ち入ったりしないでください。機能を充分に発揮できない場合があります。

株式会社 エーエス
本社〒131-0034 東京都墨田区堤通1-18-26
TEL03-3610-2311　FAX03-3614-5063
中部〒465-0024 愛知県名古屋市名東区本郷2-163 ロイヤル本郷2階
TEL052-774-8611　FAX052-774-8614
神田オフィス・ショールーム〒101-0042 東京都千代田区神田東松下町31-1 福子ビル2階
TEL03-5298-4787　FAX03-5298-4788
ホームページアドレス http://www.a-sys.co.jp/

代理店名

0907

●PAT1948985

TUNED CONFIGURATION RAIL SEISMIC ISOLATOR
ASTCR 免震

ミュージアムアイソレーター ASTCR 免震装置

美術・博物館用 ASTCR免震装置

最多納入実績・実証を誇る

- 性能評価番号　第 JAVIT 機器免震　01 号
- 評価書／認定書 建技評第 96228 号 免震床「JAM 免震システム」(2 次元)
- 評価書　建技評第 96229 号 免震床「JAM 免震システム」(3 次元)
- 機械電子検査検定協会　適合証 No.630539
- 評価書　建技評第 96202 号「ハイテクフロアシステム」
- 戸建住宅用免震支承　認定番号　MVBR-0081
- JQA 適合証 No.713131 TCR 免震床システム TCR-30
- JQA 適合証 第 JQACS1145 号 TCR 免震装置

株式会社 エーエス

安全と安心を提供する
ミュージアムアイソレーター
ASTCR免震装置

高性能・高機能 ASTCR 免震装置

ウォールケース

大阪市立東洋陶磁美術館

東京国立博物館（本館）

「彫刻」美術・文化財用

東京国立博物館（平成館）

独立ケース・展示ケース

北澤美術館

福島県文化財センター 白河館

豊富なASTCR免震テクノロジーは「人命の安全」「文化財保存」「情報・資産の保全」に役立っています。

国立西洋美術館「考える人」

MOA 美術館

国立西洋美術館「カレーの市民」

九州国立博物館

東京富士美術館「セザンヌ記念碑」

豊橋市自然史博物館「エドモントサウルス」

海外美術館・博物館

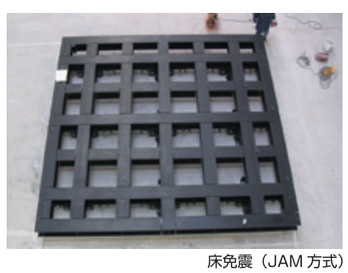
韓国国立中央博物館床免震（JAM 方式）

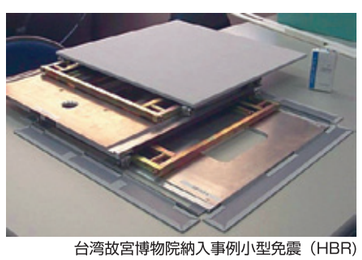
イタリア（アッシジ）サンフランチェスコ修道院

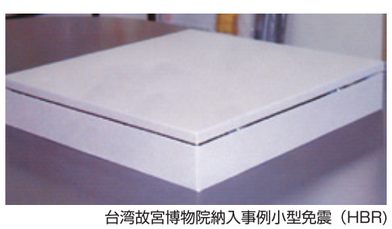
上海博物館

上海博物館

ステンドグラス用独立ケース


床免震（JAM 方式）


台湾故宮博物院納入事例小型免震（HBR）


台湾故宮博物院納入事例小型免震（HBR）

文化財・収蔵ラック等を地震 から守るASTCR免震装置は、実験データが優れた免震効果 を示しております。

ASTCR 免震装置の原理

減衰力（揺れを吸収）

車輪と車軸の抵抗により水平方向の揺れを抑えている為減衰力は質量に比例し、積載質重が変化しても免震効果は変わりません。

復元力（元の位置に戻ろうとする力）

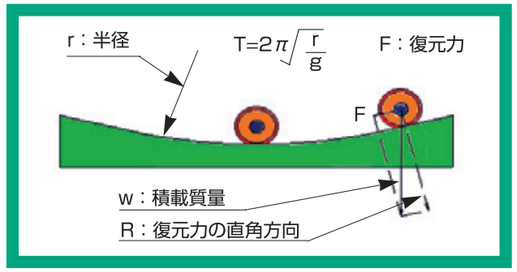
レール面の傾斜により重力で自動的に原点へ復帰します。

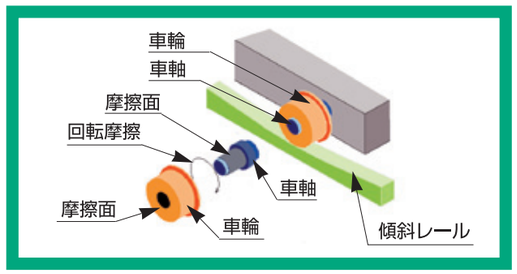
偏心による影響（重心が中央にない場合）

XYの二方向レールにより､軌跡が固定されている為、積載物の重心位置にかかわらず免震効果を発揮します。

保守

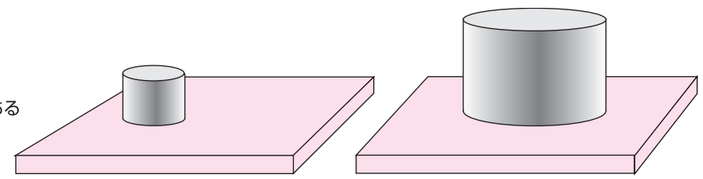
シンプルな構造の為、ダンパーやストッパー、感震器を必要としません。減衰力、復元力のチェックも不要です。





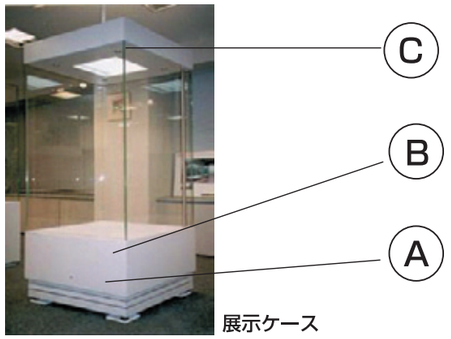
特 徴

●積載物の置く場所を変えても免震効果は一定である（ただし、積載物の設置位置によってはストローク端で免震台が浮き上がる場合がありますのでご注意下さい）
●積載物の質量が変わっても調整無しで免震効果は一定である
●積載物が偏芯してもねじれが発生しない
●性能維持の為のメンテナンスは不要



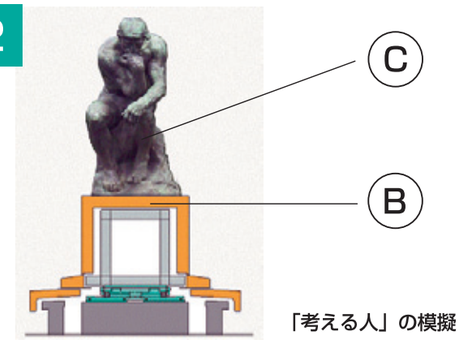
ミュージアムアイソレーター　ASTCR免震装置

1



展示ケース

2



「考える人」の模擬

各種の展示物、収蔵資料・高さ・位置による振動実験結果

	TCR仕様	入力地震波	加振方向	振動台加速度（Gal）			応答加速度（Gal） Ⓐ位置			Ⓑ位置			Ⓒ位置			相対変位（mm）	
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y
1 展示ケース ・600□×2000H ・900□×2200H （東京国立博物館）	HBR 600□	・EL-CENTRO50Kine ・JMA 神戸　100%	XYZ 3軸	281 618	505 840	206 324	65 80	66 65	163 333	51 66	60 62	162 329	77 111	104 149	152 309	181 167	218 181
	TCR	・JMA 神戸　100%	XYZ 3軸	607	843	329	98	78	363	77	62	376	142	114	348	155	171
2 彫刻 （考える人） ・1800□ （国立西洋美術館）	TCR	・EL-CENTRO50Kine ・JMA 神戸　100% ・台湾地震波　100% ・トルコ地震波　100%	XYZ 3軸	339.1 628.2 992.2 272.5	535.8 826.4 625.2 236.9	211.1 332.8 252.0 282.6				92.9 96.3 107.0 96.3	85.6 98.2 91.0 80.3		79.6 89.1 146.3 116.0	133.6 118.4 220.9 138.4		183 137 115 151	214 227 96 43

免震装置導入におけるポイント

注意事項

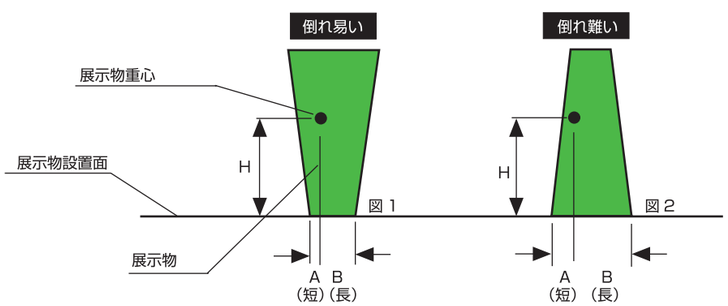
(1) 免震性能や設置環境を良く御理解御検討の上、型式を御選定下さい。

(2) 免震台設置の際は許容変位に対して免震台周囲に充分なクリアランスを確保して下さい。

(3) 免震台は水平な設置面上に設置して下さい。

(4) 免震性能は免震装置の設置面で受ける振動と地震動が同じであることを想定しております。独立ケースや免震装置を設置する台を耐震性基礎アンカー等で固定しない場合は免震性能が発揮できないことがあります。

展示物の転倒に対する考え方



左ページの図において、倒れ易いのは図２よりも図１の方になります。これは倒れ易さは、底面の大きさと重心高さの比率によって決定される為です。・・・$\frac{H}{A}$

この比率は $\frac{H}{A} < \frac{4}{1}$ つまり４以下を目安として下さい。

免震装置導入検討における主な要点

免震性能について	クリアする揺れの波を何にするか
	免震装置の目標応答性能
積載物について	強度・・どの程度の加速度までなら大丈夫か
	安定性（転倒性）・・重心位置、重心高さ 底面寸法 免震装置の大きさ
	免震装置との固定
	質量
設置場所について	免震ストローク
	設置場所スペース

ASTCR免震装置はトータル デザインと作業を容易にし、移動性のバランスを最優先 に考えました。

独立ケース・巾木

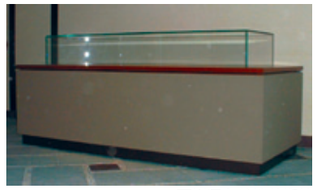
長崎県美術館

茅野市尖石縄文考古館　国宝「土偶」行灯ケース

東京国立博物館

岐阜県現代陶芸美術館

岩手県立美術館

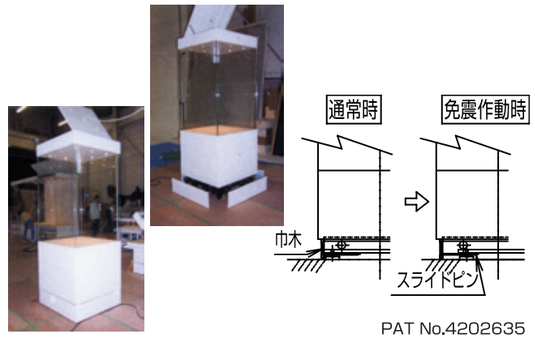

石川県九谷焼美術館

パラミタミュージアム

茅野市尖石縄文考古館

A スライド巾木方式

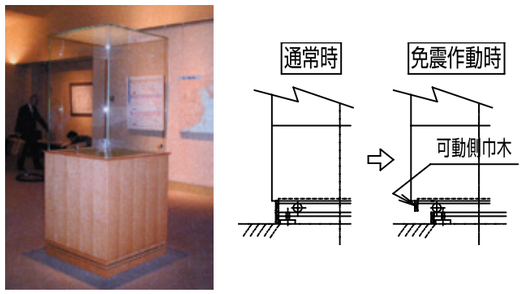
4方向に取り付けられた巾木が免震装置作動時にはそれぞれ机の引き出しの様に水平方向にスライドするタイプです。
■メリット
意匠的に目地が出たり、丁番の様な物が見えたりすることは有りません。元の位置への復旧もスライドがガイドされている為簡単に行えます。



PAT No.4202635

B 分割巾木方式

免震装置の固定部分及び可動部分にそれぞれ巾木を取り付ける方式です。
■メリット
免震装置が作動しても、免震装置の固定部や可動部それぞれと共に巾木も動きますので、巾木そのものの復元作業は必要ありません。



C 丁番式巾木方式

免震装置本体或いは展示ケースに丁番で巾木を取り付けているタイプです。免震装置が作動すると、丁番部分を中心に巾木が回転跳ね出し又は転倒します。
■メリット
免震作動後でも元の位置にある程度自動的に復元します。又、巾木の支持管理が楽です。

D マグネット式脱着巾木方式

免震装置本体或いは展示ケースにマグネットによって巾木を吸着させている方式です。免震装置が作動すると、巾木はマグネットから外れ落ちます。
■メリット
意匠的に目地が少なくてすみます。

独立ケース・彫刻用

	型　式	W×D×H(mm)	許容積載質量(kg)	製品質量(kg)
G-HBR	G-HBR-600	600×600×220	200	210
TCRシリーズ	TCR-750	750×750×220	260	300
	TCR-900	900×900×220	380	370
	TCR-1000	1000×1000×220	400	400
	TCR-1200	1200×1200×220	450	650
	TCR-1500	1500×1500×220	500	800
	TCR-2000×1200	2000×1200×260	1200	1100

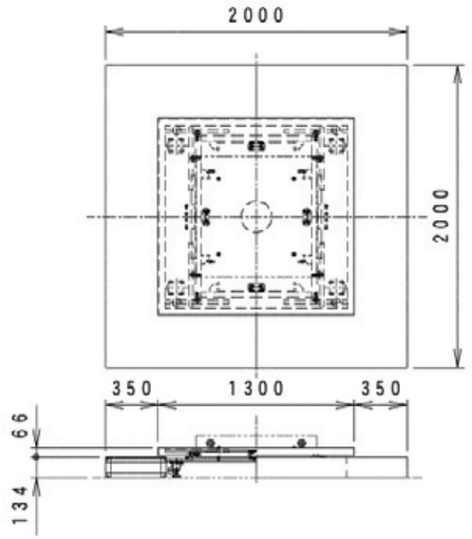
※展示物の形状、高さ等により、製品寸法や質量の変動があります。

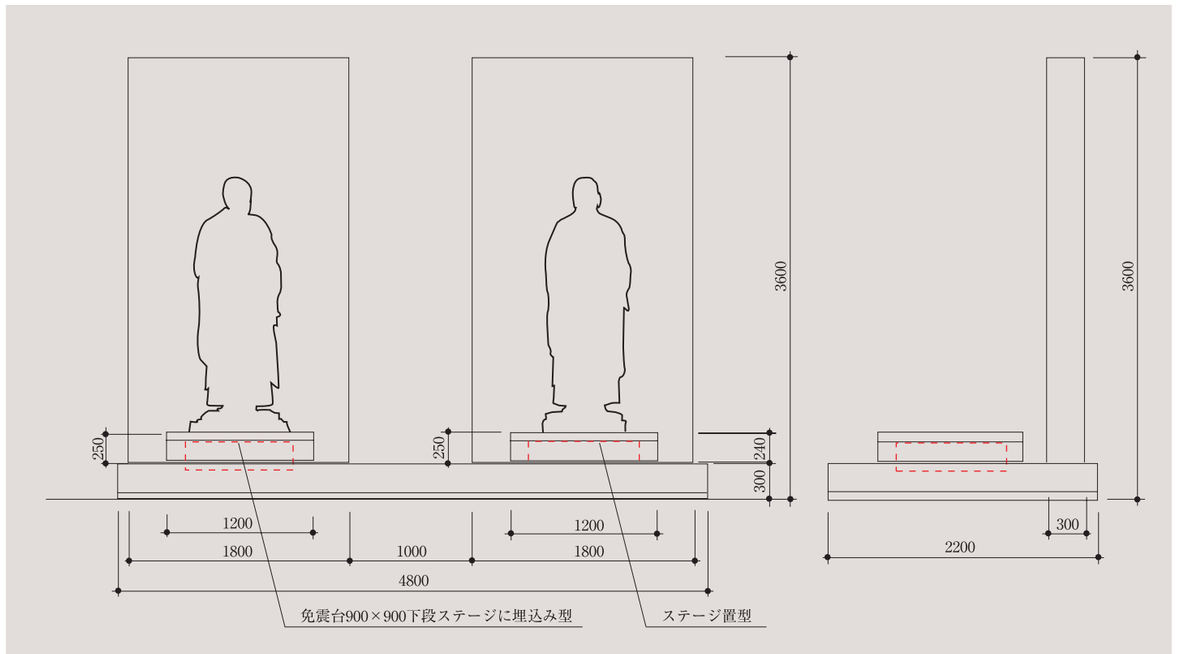
彫刻(美術文化財)を地震から守るASTCR免震装置。
展示台と免震ステージの一体化を実現。

彫刻タイプ

●使いやすさ・・移動、メンテナンス　●安全性・・保存性能
●見 や す さ・・調和、あかり

宮城県立美術館





仏像免震展示例

国立西洋美術館「エヴァ」

東京国立博物館（平成館）

G-HBRシリーズ

あらゆる展示台に適用可能な「免震ステージ」

メナード美術館

型 式	許容積載質量	製品質量	展示台質量	スペーサー質量
G-HBR-600免震台	150kg	370kg	250kg	120kg
G-HBR-700免震台	200kg	440kg	320kg	120kg
G-HBR-800免震台	250kg	460kg	340kg	120kg

東京国立博物館（企画展使用）

東京国立博物館（企画展使用）

東京国立博物館（企画展使用）

単独・複数の免震台上に、テーブルを乗せ連結させて使用する置き台タイプの免 震台です。

小型免震台 HBRシリーズ

東京国立博物館

島根県立美術館

小型免震装置の仕様と選択の目安

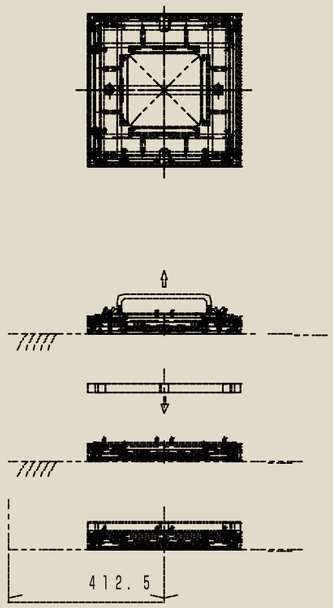
ASTCR免震装置は、地震の激しい揺れをゆっくりとした揺れに変える働きをしますが、最適な性能を発揮するためには諸条件をクリアーにしなければなりません。特に小型免震台では、許容変位に対する検討が必要になります。（表1）は、神戸地震波（JMA KOBE）の振動実験に基づいた結果です。選定にあたっては、十分に検討が必要です。

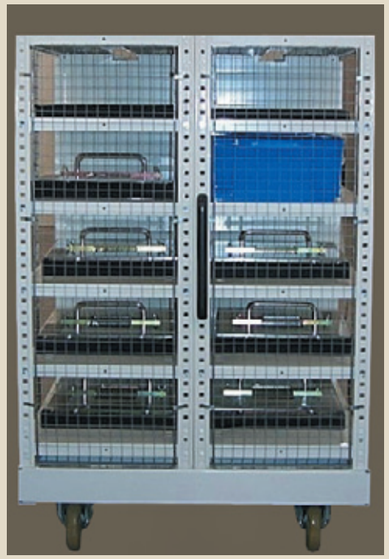
表１　小型免震台と神戸地震波（JMA KOBE）による選定表

形　式	W×D×H (mm)	許容変位 (mm)	積載荷重 (kg)	製品質量 (kg)	神戸地震波（JMA KOBE）		
					100% (818Gal)	90% (730Gal)	73% (600Gal)
HBR-370	370×370×50	165	15以下	14			○
HBR-400	400×400×50	180	15以下	16		○	
HBR-440	440×440×50	195	20以下	16	○		
HBR-500	500×500×82	200	40以下	35	○		
HBR-500S	500×500×82	200	60以下	65	○		
HBR-600	600×600×82	200	40以下	38	○		
HBR-600S	600×600×82	200	60以下	75	○		

表２　免震台の設置方式による比較

	ケース下部設置	ケース内設置
安全性能	免震許容範囲が大きい	性能、能力の制約を受ける
地震波の対応	比較的大きい地震に適応	小さい地震に適応
移動性	低床リフター等を使用	持ち運びが比較的容易
コスト比較	100%	50%



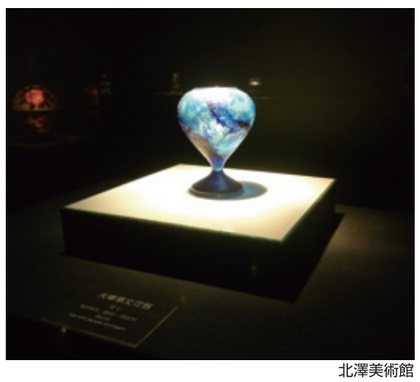


免震台収納台車

W1200×D900×H1410　20台

製品質量　150kg

北澤美術館



北澤美術館

展示物の質量と重心高さによっては免震性能に影響する事があります

免震台に積載物を設置する際、積載物の質量や重心の高さ、設置位置によっては免震台の性能に影響を及ぼすことがあります。検討の際の詳細につきましてはお手数ですが弊社までお問合わせください。また、ご使用の際には取扱説明書を参照の上、展示物をご選定ください。

＊免震性能は積載物と免震装置が右記の状態で設置されていることを想定しております。

- ●適正に選定された積載物の設置面は平面である。
- ●免震装置の中心点上に積載物の重心がある。
- ●免震装置が水平な状態で設置されている。
- ●免震装置の設置面で受ける震動は地震動と同じ震動である。

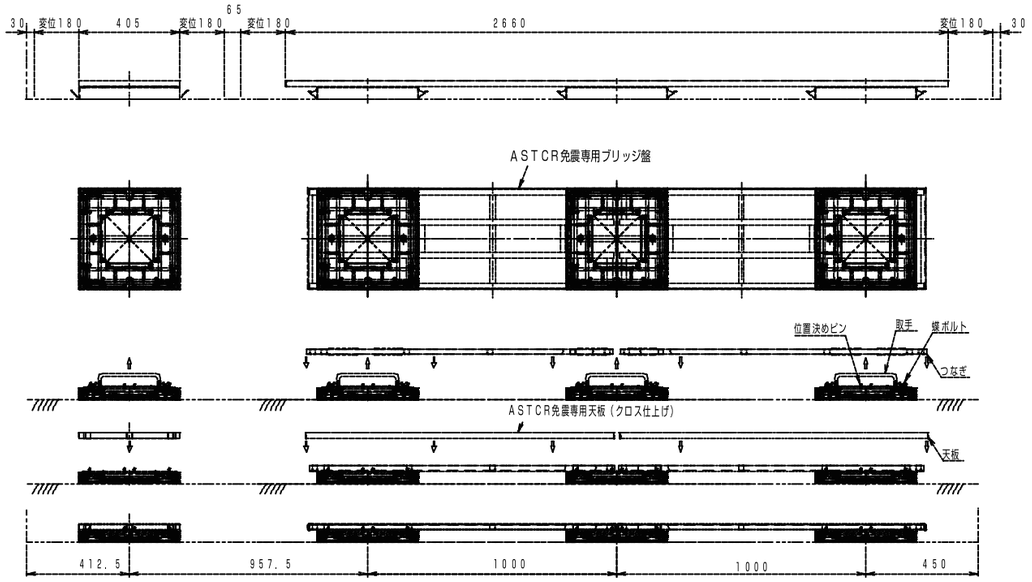
企画・移動展示に役立つ「連 結型」ASTCR免震装置です。
ブリッジ、MOCO、ケース内 蔵の3タイプがあります。

ウォールケース

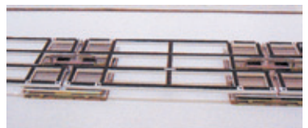
ブリッジタイプ

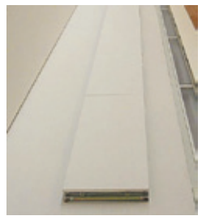
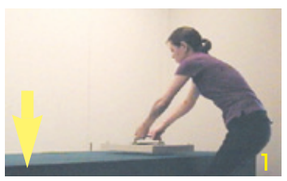
●展示物が変わっても調整不要●展示物質量に影響されない性能●最適安定な減衰力を自動調整

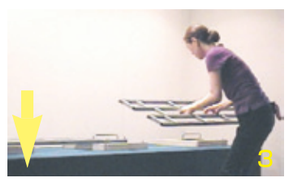
■許容積載質量＝10kg～50kg/1支承 ■天板巾＝370～700㎜

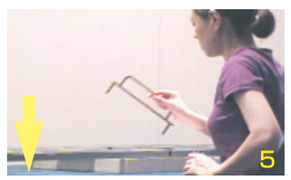


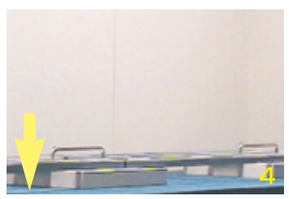
ブリッジタイプとは・・・
シングルタイプ2～11個程度をブリッジ（専用連結用免震台）により構成、壁面ケース等にも作りつけにしなくても済み、置き型で必要な時免震展示台を置ける。（独立ケース内でも可能）

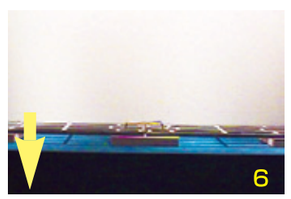






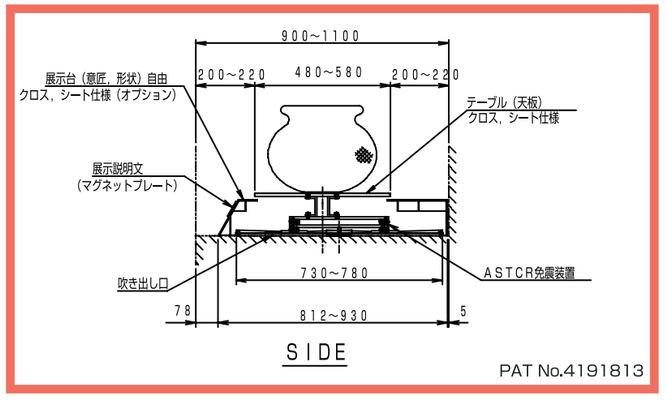


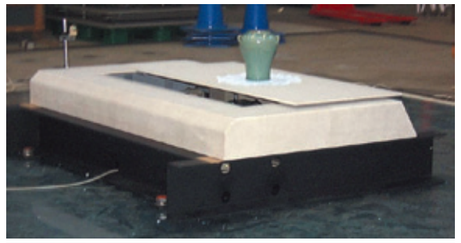
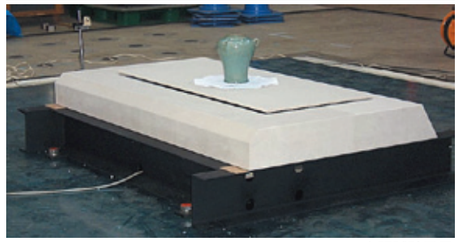


サントリー美術館（施工手順）

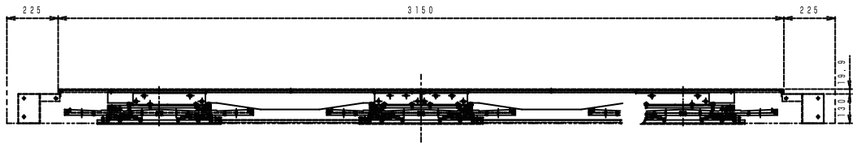
MOCOタイプ

■許容積載質量＝20kg～40kg/1支承
■天板巾＝480～600㎜



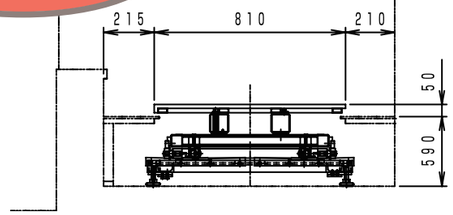



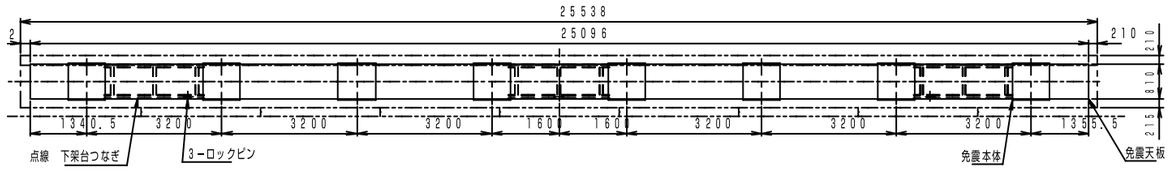
実証試験風景

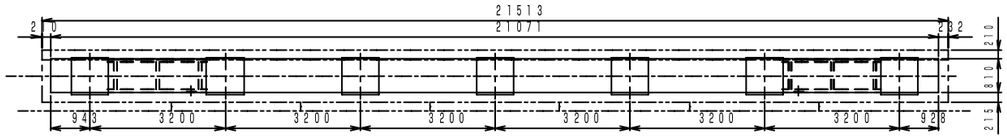


ケース内蔵タイプ

■許容積載質量＝60kg～100kg/1支承
■天板巾＝500～800㎜







上下動の地震に適応する高性能「三次元ASTCR免震」

FF型フレキシブルフロア機器免震

フローリング完了

韓国梨花女子大学　床免震（FF方式）

床免震ブリッジ連結完了

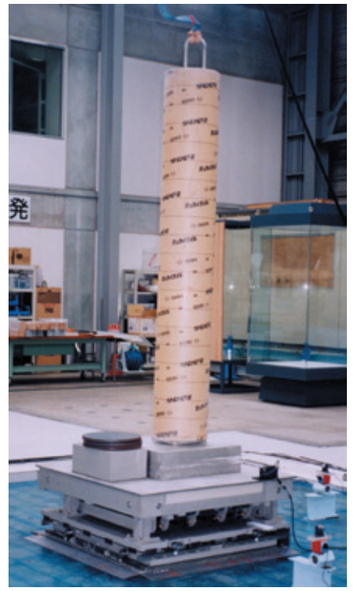
美術館・博物館の文化的財産をASTCR免震装置が守ります。

東京国立近代美術館工芸館 展示ケース用「三次元免震装置」

- 絶対に守らねばならない美術品・文化財を上下動の地震に適応する高性能な『三次元ASTCR免震』を実現。
- 来館者・学芸員・管理者の視点で使いやすさや安全を考慮しております。

- 複雑なトリガー機構が不要で、独立展示ケースの時、見学者等の接触に対し、安全です。
- 水平方向は、積載物の質量・位置に関わらず、性能は一定です。

北澤美術館



ブリヂストン美術館三次元免震装置 実証試験風景

仕　様

- 上下固有振動数1Hz程度
- 相対変位　　±30㎜～±40㎜
- 積載質量　　410kg

東京国立近代美術館三次元免震装置

東京国立近代美術館三次元免震装置

時代は耐震から免震へASTCR免震は豊富な実験、優れた機能で、安全と安心を提供します。

耐震 ＜固定＞ → 倒れない（転倒防止） → 脆弱な資料、部分的壊れる恐れがある（衝撃波の増幅） → 独立展示ケース・ラック等変形 → 展示障害・展示停止（修復工事等の損失） → 見た目（転倒防止する為背面に支持棒・テグス）

貴重な文化財・社会共有資産の損失

免震 ＜絶縁＞ → ゆれない → 文化財・資料が安全・安定（振動衝撃波の大幅減） → 通常展示可能 → 長期保存

安全・許容範囲

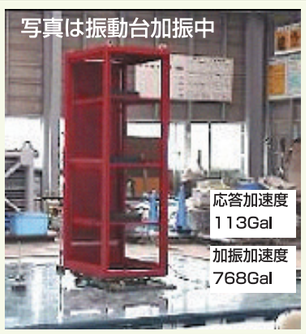
独立ケース、ウォールケース彫刻展示台用免震装置基本仕様

- 各展示ケースを免震化するにあたり、導入実績を基本に以下の性能を満たす仕様とする。
- 2次元免震とする。
- 免震台は運搬・連結・分離が容易にできるものとする。
- 作品の積載質量の変化により、摩擦力や減衰力を調整する必要がない機構とする。（展示替え、特別展対応）
- ウォールケース内設置方式の場合、免震テーブル上のどの位置に展示しても免震性能の変化がなく、テーブル上の端部まで自由配置ができる機能とする。（偏心質量によるねじれが生じないこと）

興福寺国宝展 展示協力

会場名：東京藝術大学大学美術館/岡崎市美術博物館/山口県立美術館/大阪市立美術館/仙台市博物館

加振条件：阪神淡路大震災のJMA神戸X,Y,Z方向3軸同時加振。

	例 1	例 2
耐震実験	●地震の衝撃でラック後面の扉が開いてしまいました。 ●この時の最上部の加速度は4128Galが、計測されました。 ●写真でラック全体にねじれが発生しているのが確認できます。	●地震の衝撃で、全体に塑性変形ねじれが発生しました。 ●この時の最上部の加速度は6086Galが、計測されました。
	●この応答加速度から、もしラックが振動台に固定されていなければラックは転倒していることが十分推測できます。 ●ウエイトはラックの棚にバンドで固定されていますが、もしこのバンド固定が無ければウエイトはラックからずり落ちていると推測されます。 ●これらの応答加速度から判断すると、ラックに積載されているものは、相当の高強度でなければ破損している可能性が有ります。	
免震実験	 ●免震付き実験では何も異常は発生しませんでした。	●免震付き実験では何も異常は発生しませんでした。